

# リンゴ果実腐敗症の病原菌について

誌名	果樹試験場報告. C, 盛岡 = Bulletin of the Fruit Tree Research Station. Series C, Morioka
ISSN	03852334
著者名	小金沢, 碩城 佐久間, 勉
発行元	農林省果樹試験場盛岡支場
巻/号	11号
巻号補足	
掲載ページ	p. 49-62
発行年月	1984年3月

農林水産省 農林水産技術会議事務局筑波産学連携支援センター  
Tsukuba Business-Academia Cooperation Support Center, Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council  
Secretariat



## リンゴ果実腐敗症の病原菌について†

小金沢碩城, 佐久間 勉

### I 結 言

最近, リンゴの無袋栽培と非ボルドー散布体系の普及に伴って, 収穫期に入ったリンゴ果実が腐敗する病気が多発し, 各地で問題となっている。病徴は果点を中心として褐色の小斑点として現われ, しだいに拡大して輪紋状を呈する。黄色系品種では病斑の周辺に赤色色素が沈着する。このような病斑から常に *Macrophoma* 菌が分離され, 類似の菌によって引き起こされるリンゴいぼ皮病との関連が示唆された (高橋・水野, 1969, 1971; 平良木ら, 1981; 仲谷ら, 1981)。

リンゴいぼ皮病は最初, 歟塚 (1921) により *Macrophoma* 属菌による病害として報告された。その後, 野瀬 (1934) はリンゴ粗皮病の名で同様な病害を記載し, 病原菌は *Macrophoma* を不完全時代にもつ子の菌 *Physalospora piricola* であるとした。また筆者ら (小金沢・佐久間, 1980) は野瀬 (1934) が記載した菌と形態的に一致する菌をいぼ皮病斑より分離し, 病原菌は *Physalospora* ではなく, *Botryosphaeria* に帰属すべきであることを提唱したが, 種形容名は示さなかった。これはリンゴいぼ皮病菌の形態が同じく *Botryosphaeria* に属するリンゴ胴腐病菌の形態と類似しており, 両菌が同種であるか異種であるかを決定できなかったためである。

いぼ皮病菌がリンゴに果実腐敗を起こすことはすでに野瀬 (1934) が報告しているところであり, 最近問題となっている果実腐敗もいぼ皮病菌によって引き起こされることは確実と考えられている。そこでこの果実腐敗症の病名について, 昭和 57 年度寒冷地果樹に関する試験研究打合せ会議において検討が行われ, 枝幹のいぼ皮症状より果実腐敗の方が実害が大きいこと, およびナシにおいて同種の菌によって起こる病気に輪紋病の名が使われていることから, リンゴいぼ皮病をリンゴ輪紋病と改称するとの申し合せがなされた。しかし, 前述したように, リンゴにはリンゴいぼ皮病菌に類似した *Botryosphaeria* 菌による胴腐病が報告されており (逸見, 1939), 海外ではこの胴腐菌も果実腐敗を引き起こすことが知られている (Anderson, 1956; Fulkerson, 1960)。従ってわが国でもリンゴ胴腐病菌による果実腐敗が存在することも考えられる。本報告ではリンゴ胴腐病菌といぼ皮病菌とを比較検討し, その異同を明らかにした後, 果実腐敗症から分離した菌の性状とこれら両菌の性状とを比較検討した。

本研究を行うに当たり山形県園芸試験場大沼幸夫氏と愛知県総合農業試験場加藤喜重郎氏に菌を分譲していただいた。また, 菌の分類同定に関し, オランダ Centraalbureau voor Schimmelcultures の von Arx 所長に様々な御教示を賜った。ここに記して感謝の意を表する。

† 果樹試業績番号: C-87 (昭和 58 年 12 月 2 日受付)

## II 実験材料及び方法

供試菌株は昭和49年よりリンゴいぼ皮病斑、リンゴ胴腐病斑(多くは他の病害により枯死した枝)、果実腐敗症ならびに広葉樹の胴、枝枯症状より適宜分離して、保存しているものである。また山形県園芸試験場大沼幸夫氏から分譲を受けたリンゴいぼ皮病菌および愛知県総合農業試験場加藤喜重郎氏から分譲を受けたナシ輪紋病菌(いぼ皮病菌)も同様に供試した。これらの菌株に対して、リンゴおよびナシのいぼ皮病斑からの分離菌にはB1、リンゴ胴腐病斑からの分離菌にはB2、リンゴ胴腐病斑からの分離菌のうち特に子のうの長いものにB3、リンゴ果実腐敗症からの分離菌にB6、他の広葉樹からの分離菌†にB7~B9の番号を付した。

菌の分離は常法によって行った。すなわち病斑部を数mm角に切り、70%アルコールに数秒浸した後、アンチホルミン20倍液で5分間表面殺菌し、滅菌水で6回洗浄してから、ジャガイモ寒天培地(PDA)上に置き、暗黒下、25Cに保った。培養1週間後、発育した菌そうから純粋培養に移した。含菌寒天接種試験では分離菌をそのまま用いたが、孢子接種試験では(PDA)培地上に光照射後形成された孢子から単孢子分離した菌株を用いた。接種方法については実験結果の項に記した。

## III 実験結果

### 1. リンゴいぼ皮病菌とリンゴ胴腐病菌の性状の比較

リンゴ胴腐病菌といぼ皮病菌の形態は相互に類似しているので、両者の異同を明らかにするため、各地で罹病枝幹を採集し、病斑上に形成された子のう殻、子のう孢子、柄子殻、柄孢子の観察と測定を行った。また病斑より分離した菌の培地上に形成した柄孢子の形態および菌そうの色彩について比較検討した。

#### (1) リンゴ胴腐病菌の形態

リンゴ胴腐病菌の形態は次のとおりである。子座は群生し、表皮を破って上端を露出する。炭質黒色で、内側に行くに従い淡くなる。1子座内に1個の子のう殻室が形成される場合、子座の大きさは210~310×240~350 $\mu\text{m}$ である。1子座内に多数の子のう殻室が形成される場合、形は不整形となり、大きさは1mmを越えることもある。表皮下で子座が互いに連結していることも多い。殻室の大きさは120~220 $\mu\text{m}$ 、くちばし状突起を通じて外部に開口する。内部には側糸と子のうを包含する。子のうは二重膜を有し、こん棒状で頂端は肥厚する。大きさは多くは80~130×14~23 $\mu\text{m}$ であるが、変異

---

† ウメ、クルミ、ヤマハンノキから分離した。それぞれの子のう孢子および柄孢子の大きさは次のとおりである。

ウメ: 24~27×8.5~11 $\mu\text{m}$ , 24~26×5.5~7 $\mu\text{m}$ (培地上)

クルミ: 19~24×9~10 $\mu\text{m}$ , 23~29×6~7 $\mu\text{m}$

ヤマハンノキ: 23~27×9~10.5 $\mu\text{m}$ , 21~28.5×6~7 $\mu\text{m}$ (培地上)

いずれもリンゴ胴腐病菌の形態と一致し、ウメの場合は二次的に寄生したものと思われるが、後二者はそれぞれクルミ褐色枝枯病菌(*Physalospora juglandis*)、ハンノキ類胴腐病菌(*Guignardia alnigena*)として報告されている菌(伊藤, 1973)と一致する。

が大きく、水中で伸長して大きさが  $125\sim 185 \times 13\sim 21 \mu\text{m}$  となるものもある。子のう胞子は1子のう内に8個あり、だ円形～長卵形～紡錘形で無色、大きさ  $16\sim 34.5 \times 6\sim 13.5 \mu\text{m}$ 、多くの標本では  $19\sim 26 \times 7\sim 10 \mu\text{m}$  である (Table 1)。不完全時代は上記と同じ形態の子座内に単独または子のう殻室と同居して形成される。柄胞子は無色、長紡錘形、大きさ  $19\sim 30 \times 5.5\sim 7 \mu\text{m}$  (Fig. 1)。

Table 1. Ascospore dimension of the causal fungi of apple Botryosphaeria canker and wart bark.

Source	No.	Range ( $\mu\text{m}$ )	Mean ( $\mu\text{m}$ )
Wart bark	1	24.0 — 30.0 × 10.5 — 13.0	26.4 × 11.9
	2	22.5 — 29.0 × 9.0 — 13.5	25.6 × 12.1
	3	23.0 — 29.0 × 11.0 — 13.0	25.2 × 12.0
	4	22.5 — 34.0 × 10.5 — 13.0	27.2 × 11.8
Botryosphaeria canker	1	21.0 — 26.5 × 7.5 — 11.0	23.0 × 9.1
	2	19.0 — 29.0 × 8.0 — 10.5	23.1 × 9.3
	3	17.5 — 26.0 × 6.0 — 11.0	22.5 × 8.9
	4	19.5 — 26.0 × 7.0 — 10.0	23.7 × 9.1
	5	16.0 — 26.0 × 7.0 — 10.0	21.9 × 8.9
	6	22.0 — 27.0 × 10.0 — 12.0	25.5 × 11.1
	7	26.0 — 34.5 × 11.5 — 13.5	29.7 × 12.3

Note the causal fungus of apple Botryosphaeria canker is somewhat variable in the size of ascospores.

PDA 培地上で光照射下培養すると4日目頃より柄子殻を形成し、2週間後には乳白色の胞子塊をいつ出する。柄胞子は無色、大部分は単胞であるが、中には2胞、3胞のものもある。大きさは  $17\sim 32 \times 5.5\sim 7.5 \mu\text{m}$ 、平均  $25.7 \times 6.2 \mu\text{m}$  である (Table 2)。柄胞子と共に、時に精子 (spermatia) が形成される。精子は無色、短かん形、大きさ  $4\sim 6 \times 1\sim 2 \mu\text{m}$ 。分離株により素寒天上で発芽する。

(2) リンゴいぼ皮病菌と胴腐菌の形態の差

リンゴいぼ皮病菌の形態についてはすでに前報 (小金沢・佐久間, 1980) に記載した。リンゴ胴腐病菌との形態の違いは次のとおりである。

Table 2. The dimension of the conidia of causal fungi of apple Botryosphaeria canker and wart bark on agar.

Source	Isolate	Range ( $\mu\text{m}$ )	Mean ( $\mu\text{m}$ )
Wart bark	B1-1	23.0 — 36.0 × 5.5 — 8.0	28.8 × 6.9
	B1-9 <sup>a</sup>	23.0 — 37.5 × 5.5 — 8.0	31.0 × 6.8
	B1-10	23.0 — 32.0 × 5.5 — 8.5	26.7 × 6.8
	B1-13	20.0 — 35.0 × 6.0 — 8.0	27.3 × 7.0
	B1-14 <sup>b</sup>	17.5 — 32.0 × 5.5 — 8.5	26.1 × 6.8
	B1-16	22.0 — 33.5 × 5.0 — 8.0	27.5 × 6.8
Botryosphaeria canker	B2-3	17.5 — 32.0 × 5.5 — 8.5	28.9 × 6.3
	B2-5	19.0 — 29.0 × 5.5 — 7.0	24.7 × 6.2
	B2-10	19.5 — 30.0 × 5.5 — 7.5	25.5 × 6.0
	B2-11	17.0 — 27.0 × 5.5 — 7.0	23.6 × 6.2
	B3-2	19.0 — 29.5 × 5.5 — 7.5	25.7 × 6.3

a B1-9 was isolated by Y. Ohnuma, Yamagata Horticultural Experiment Station.

b B1-14 was isolated from pear by K. Kato, Aichi-ken Agricultural Research Center.

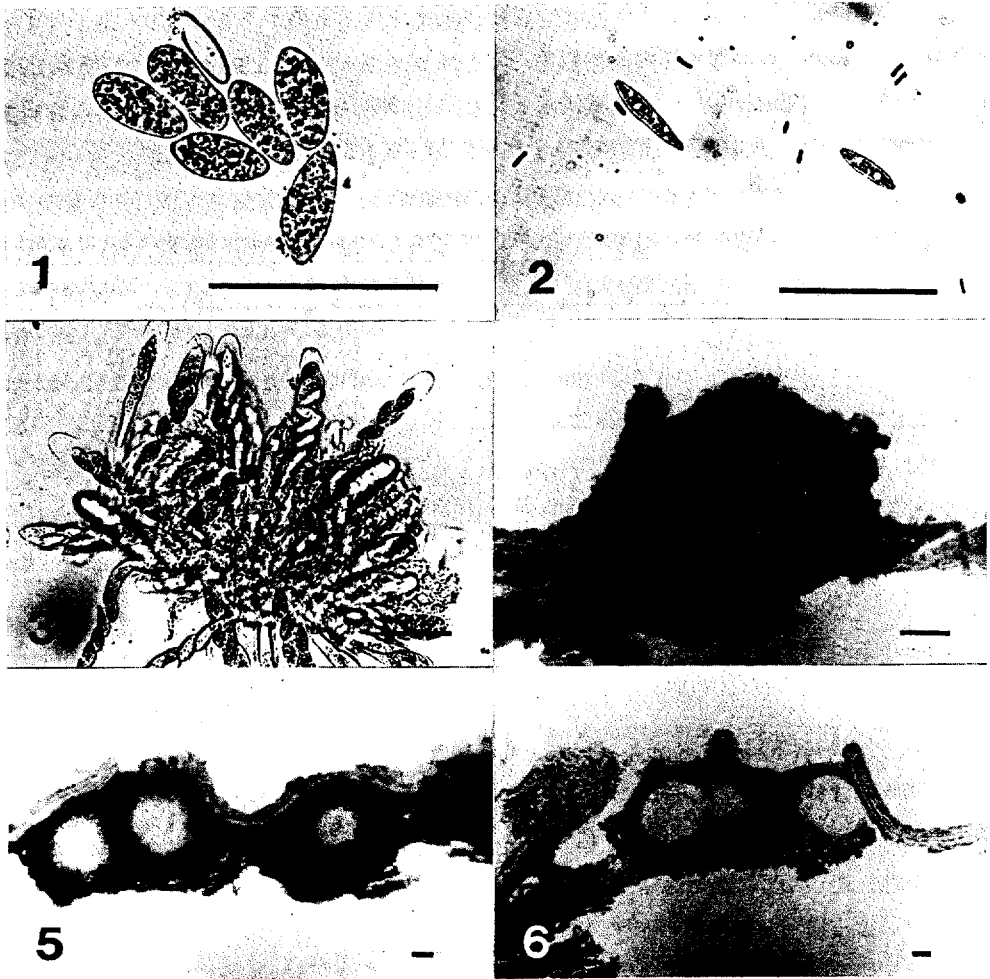


Fig. 1. Morphology of *Botryosphaeria berengeriana* (= *B. ribis*) 1: ascospores, 2: conidia and spermata, 3: asci, 4~6: ascomata. Bar represents 50  $\mu\text{m}$ .

リンゴ胴腐病病斑上には完全時代の形成が多いが、リンゴいぼ皮病斑上では不完全時代がほとんどであり、完全時代を見出すのは困難である。しかし、'紅玉'や'国光'の主幹部や主枝部上では、拡大した病斑を初冬から初春にかけて観察すれば完全時代を見つけることができる。リンゴ胴腐病菌の子座は良く発達しており、1子座内に数個の子のう殻室が形成されるものが多いが、リンゴいぼ皮病菌では1子座内に1個の子のう殻室が形成されるものが多い、不完全時代にも同様な差が認められる。

両菌の子のう胞子の大きさを比較した結果を Table 1 に示した。子のう胞子は1つの標本につき20個測定した。その結果、リンゴいぼ皮病菌の子のう胞子の大きさは変異が少なく、平均  $26.1 \times 12.0 \mu\text{m}$  であった。リンゴ胴腐病菌のそれは1標本内では変異が少ないが、標本が異なると大きさは変り、平均  $22.8 \times 9.1 \mu\text{m}$  のものと  $27.6 \times 11.7 \mu\text{m}$  のものがあった。

次に培地上での柄胞子の大きさを比較した。柄胞子は PDA 培地上で BLB 照射下、 $25^{\circ}\text{C}$  で2週間培養後形成されたものを1分離株につき100個測定した。その結果は Table 2 に示したが、柄胞子の大きさの範囲は互いに重なり合っており、柄胞子の大きさから両者を区別することは困難であった。

(3) 培地上での性状の比較

リンゴ胴腐病菌といぼ皮病菌を暗黒下、または室内散光下で3週間 PDA 培地で培養して、空中菌糸および柄子殻上の菌糸の色を肉眼観察した。その結果、いずれの菌株も暗黒下で培養した場合には菌糸の色は最初白色でだいに黒色を増し、菌株間に差は認められなかった。また柄子殻もほとんど形成されなかった。室内散光下で培養した場合には Table 3 に示したとおり、空中および柄子殻上の菌糸の色彩が黄かっ色をおびた。子のうや子のう胞子の大きさが異なる場合でも、同じく黄かっ色をおび、またクルミ枝枯病やヤマハンノキ胴枯病、ウメの枝枯(がん腫病により枯死した枝に二次的に寄生したもの)から分離した菌(50 頁脚注参照)も同様な菌糸であった。一方、リンゴいぼ皮病菌の場合、ほとんどの菌株は黄かっ色をおびることなく、灰色~灰青色を呈した。しかし、いぼ皮病の病斑であると考えて分離した3菌株は上記の色彩と異なり、2菌株は赤色がかった灰色、1菌株は黄緑がかった灰色を呈した。これらの菌を分離した3病斑はいずれも病斑中央部にいぼがあるが、病斑は凹陷して胴腐病のようであった。

以上述べた菌糸の色彩の他に、リンゴいぼ皮病菌の方が、空中菌糸が多く、孢子形成量は少なく、菌糸の伸びが遅いなどの傾向を示した。しかし、菌株間による差が大きく、これらはリンゴいぼ皮病菌と胴腐病菌を区別できる性状とは認められなかった。

2. リンゴ果実腐敗症からの分離菌の性状

前項の試験結果より、リンゴ胴腐病菌といぼ皮病菌は培地上の菌糸の色彩で区別できると考えられたので、リンゴ果実腐敗症より分離した保存菌7株を前記と同様に室内散光下 PDA 培地上で培養して、菌糸の色彩を比較した。その結果、供試7菌株のうち、2菌株はリンゴ胴腐病菌に類似した黄かっ色をおびた菌糸を形成し、5菌株はリンゴいぼ皮病菌に類似した灰色の菌糸を形成した (Table 3)。

以上の結果からリンゴ胴腐病菌が果実腐敗に関与している可能性が考えられたので、これを確かめ

Table 3. Hyphal pigmentation of various isolates on PDA under diffuse daylight.

Source		No. of isolate tested	No. of isolate of each type		
Symptoms	Host		Yellowish brown	Gray	Others
Canker	Malus	3	3	0	0
Dead twig <sup>a</sup>	Malus	7	7	0	0
Canker	Alnus	1	1	0	0
Dieback	Juglans	1	1	0	0
Dead twig <sup>a</sup>	Prunus	1	1	0	0
Wart bark	Malus	12	0	9	3 <sup>b</sup>
Wart bark	Pyrus	1	0	1	0
Fruit rot	Malus	7	2	5	0
Fruit rot	Malus <sup>c</sup>	52	51	1	0

a These twigs were killed due to either violet root rot or Valsa canker.

b These isolates originated from a canker type lesion at the center of which a wart like protrusion existed.

c The materials were obtained from the orchard where very few wart bark symptoms were observed.

るために、果樹試盛岡支場内の‘ゴールデンデリシャス’と‘陸奥’の腐敗果から常法により PDA 培地に菌を分離して菌その色彩を調査した。この試験において採果した樹にはいぼ皮病斑はほとんど認められないが、隣地にクルミがあり、クルミかっ色枝枯病(病原菌は *Phylospora juglandis* とされているが形態的にリング胴腐病菌に一致する、50 頁脚注参照)が多発していることから、リング胴腐病菌による果実腐敗が多いと予想された。この腐敗果からリング胴腐病菌ないしいぼ皮病菌類似菌が大型病斑からは 32/33 の割合で、また点病斑からは 30/56 の割合で分離された。純粋培養できた 52 菌株の菌その色彩を比較した結果、Table 3 に示すとおり、51 菌株がリング胴腐病菌類似の菌その色彩を示し、1 菌株がリングいぼ皮病菌類似の色彩を示した。

### 3. 病原性の検定

リング胴腐病菌といぼ皮病菌の病原性の差異および両菌が果実腐敗症の病原菌であるか否かを明らかにするため、リング胴腐病、いぼ皮病、果実腐敗症から分離された菌の人工接種試験を行った。接種方法と結果は次のとおりである。

#### (1) 幹への含菌寒天接種

PDA 培地上で 3 日間培養した菌その先端部を径 1 cm のコルクボーラーで打ち抜き、接種源として用いた。1978 年 6 月 5 日同径のコルクボーラーで品種‘ふじ’(4 年生)の樹皮を打ち抜き、含菌寒天を埋めこんだ。接種源の乾燥を防ぐため、湿らせたガーゼで覆い、その上にビニールテープを巻いた。接種 3 か月後にビニールテープを取り除いた。

結果は Table 4 に示したとおり、リング胴腐病菌 (B2-3) を接種した場合には接種翌年にはいずれも典型的な胴枯型病斑を形成し (Fig. 2-2)、接種した 3 本のうち 2 本は発病部位より上部が枯死した。リングいぼ皮病菌 (B1-1) を接種した場合には接種部位はカルスで覆われたが、コルクボーラーで穴をあけ接種しなかった場合に比較して粗ぞうになった (Fig. 2-1)。

Table 4. Results of inoculating wounded trunks with mycelium discs.

Inoculum <sup>a</sup>	No. canker type lesion / No. inoculated
B1-1	0 / 9
B2-3	9 / 9

a Inoculums B1 and B2 were isolated from wart bark and canker type lesions, respectively.

#### (2) 幹への孢子接種

BLB 照射下、PDA 培地上で 2~5 週間培養して得られた孢子を殺菌水に懸濁し接種源とした。品種‘ふじ’(3 年生)幼木の幹に、毛筆を用いて、孢子懸濁液を塗布した。接種は 1981 年 7 月 4 日に行ない、調査は 1982 年 12 月 16 日に行った。接種日は曇りで、翌日から 3 日間降雨があった。接種部位は特に覆ったりせず、そのまま放置した。接種後 1 か月間は薬剤散布を省略したが、その後は通常の栽培管理を行った。

結果は Table 5 に示した。リングいぼ皮病菌 (B1-16) および果実より分離しいぼ皮病菌類似菌

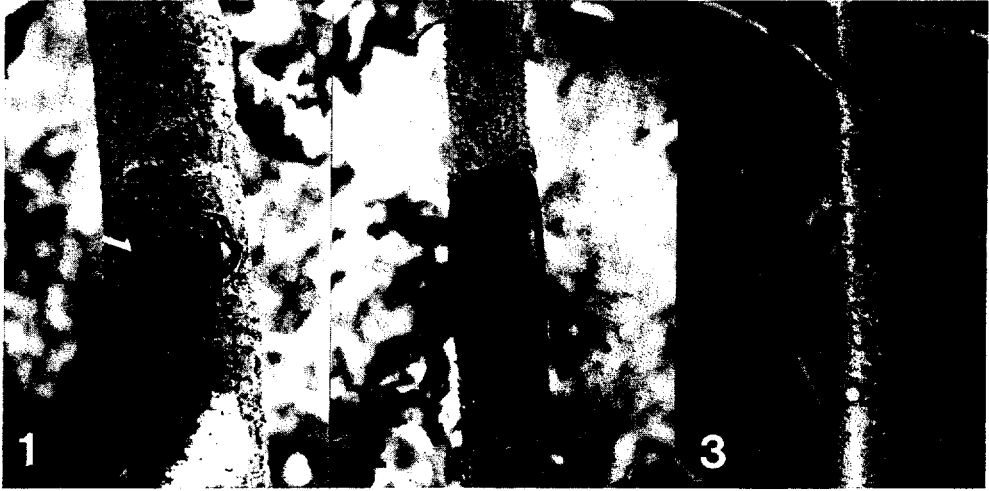


Fig. 2. Apple trunks inoculated with *Botryosphaeria berengeriana* or causal fungus of wart bark.

1: Inoculated with mycelium disc of causal fungus of wart bark.

2: Inoculated with mycelium disc of *B. berengeriana*.

3: Inoculated with the spore suspension of the isolate from fruit rot.

Note wart bark symptoms.

(B6-9) を接種した場合には、接種当年には数個のいぼを形成しただけであったが、翌年には多数のいぼが形成された (Fig. 2-3)。これに対して、胴腐病菌 (B 2-10) および果実から分離した胴腐病類似菌 (B 6-11) では接種翌年でも病斑は形成されなかった。

#### (3) 果実への含菌寒天接種

PDA 培地上で 3 日間培養した菌そう先端部を径 6 mm のコルクボーラーで打ちぬき、これを品種 'ゴールデンデリシャス' の果実の側面にコルクボーラーで穴をあけ、うめこみ、湿室下、25°C に保ち病斑拡大状況を調査した。リンゴいぼ皮病菌として B1-1, B1-2, B1-3, B1-10, の 4 菌株、リンゴ胴腐病菌として B2-2, B2-8, B3-1 の 3 菌株を用いたが、いずれも果実腐敗を起こし、菌株間に病徴や病斑伸展速度に差は認められなかった (Fig. 3)。

#### (4) 果実への孢子接種

前記(2)項に用いたと同じ 4 菌株の孢子けん濁液を 'ゴールデンデリシャス' の果実に噴霧接種し、

Table 5. Results of inoculating unwounded trunks with spore suspensions.

Inoculum <sup>a</sup>	Conc. of spore / ml	Mean No. of wart per tree
B1-16	$2 \times 10^4$	23
B6-9	$5 \times 10^4$	88
B2-10	$2 \times 10^6$	0
B6-11	$2 \times 10^6$	0

a B1, B2 and B6 were isolated from wart bark, canker type lesion and fruit rot, respectively.

25C, 温室に保ち, 経時的に病徴の発現を調査した。

結果は Table 6 に示した。すなわち供試した 4 菌株共病原性を示し, 病斑は接種約 4 週間後に発現しはじめ, 最初は小さな点病斑であるが (Fig. 4-1,2), そのうちのいくつかはしだいに病斑を拡大し, 早いものでは接種 6 週間後に遅いものでも接種 2.5 か月後に果実全体が腐敗した。拡大しつつある病斑が点病斑の近くにくると病斑の伸展が一時停止した (Fig. 4-3)。

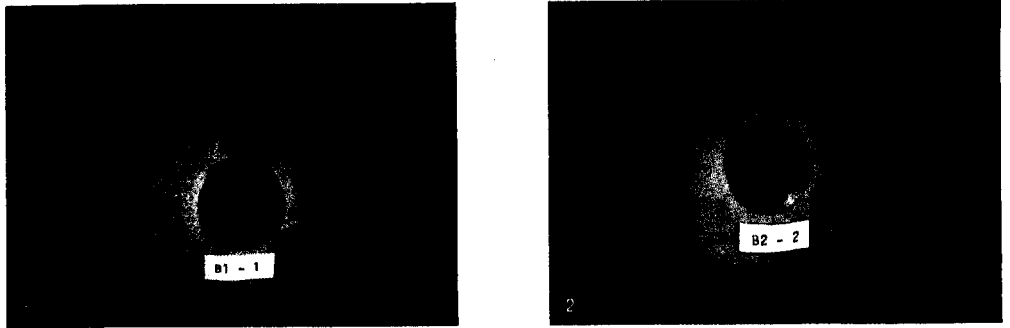


Fig. 3. Fruits inoculated with mycelium disc of causal fungus of wart bark (1) and *B. berengeriana* (2).

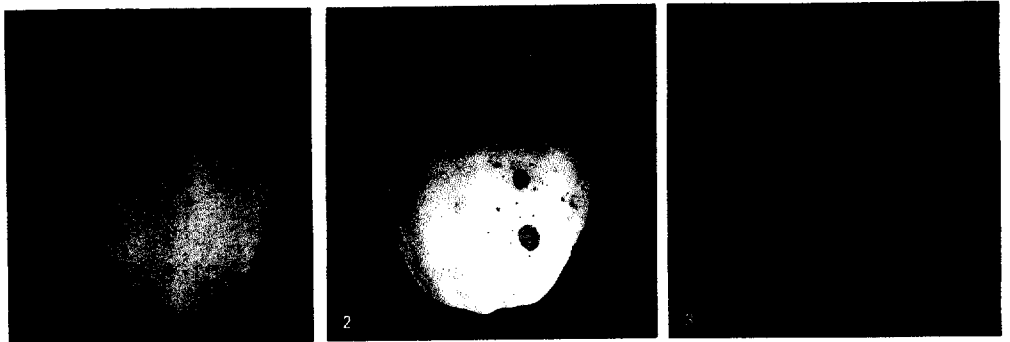


Fig. 4. Fruits inoculated with the spore suspension.

- 1: Inoculated with causal fungus of wart bark.
- 2: Inoculated with *B. berengeriana*
- 3: Inoculated with causal fungus of wart bark.

Note lesion development stopped around the small spotted lesions.

Table 6. Results of inoculating to unwounded apples with spore suspensions.

Inoculum <sup>a</sup>	Conc. of spores/ml	Mean No. of lesion per apple		
		30 <sup>c</sup>	35	56 days
B1-16	$3 \times 10^4$	1	4	38
B6-9	$8 \times 10^4$	1	9	E <sup>b</sup>
B2-10	$2 \times 10^6$	69	E	E
B6-11	$2 \times 10^6$	77	E	E
water	—	0	0	0

a B1, B2 and B6 were isolated from wart bark, canker type lesion and fruit rot, respectively.

b Because the lesions expanded onto others, the number of lesion was not counted.

c The day after inoculation.

## IV 考 察

## 1. リンゴ胴腐病菌の学名

逸見(1939)はリンゴ胴腐病菌の学名を *Botryosphaeria ribis* Grossb. et Duggar とした。*B. ribis* はリンゴ以外にも多くの樹種に寄生して、胴枯や枝枯、果実腐敗を起こす (Punithalingam and Holliday, 1973; Smith, 1934)。しかし、Arx and Müller(1954)が *B. ribis* を *B. dothidea*(Moug. ex Fr.) Cesati et de Not. の異名としたため、最近では *B. ribis* に代り *B. dothidea* を用いる研究者が多くなった。リンゴでは Jones(1976)や Brown and Hendrix(1981)が *B. dothidea* を用いている。またわが国では大和(1977)がナシ枝枯病菌に、Kobayashi(1977)がカシさめ肌胴枯病菌に、Kobayashi and Oishi(1979)がクリ黒色実腐病菌に、小林・楠木(1980)がキリさめ肌胴枯病菌にそれぞれ *B. dothidea* を用いている。このように *B. dothidea* が漸く定着したところであるが、筆者ら(小金沢・佐久間, 1980)は前報で *B. dothidea* でなく、*B. berengeriana* de Not. を用いた。これは前報で述べたように *B. ribis* を *B. dothidea* の異名とした Arx 自身がその後の検討結果から *B. ribis* は *B. dothidea* と異なり、*B. berengeriana* の異名としているからである。Arx はこの考えを公表していないが Arx and Müller(1975)はその著の *Botryosphaeria* 属の項で「the most common are……*B. berengeriana* de Not.(=*B. ribis* Grossenbacher & Duggar) with a *Dothiorella* conidial state」と記している。*B. dothidea* を用いている研究者の多くは Arx and Müller の 1954 年の論文を踏襲していると思われるので、二人が *B. ribis* を *B. berengeriana* と考えている現在では *B. berengeriana* を用いるのが正当であると考えられる。

本試験の結果、*B. berengeriana* の子のうや子のう胞子の大きさに変異があることが明らかになった。小林(1977)は「*B. dothidea* に統合されると考えられる胴・枝枯性病菌」を列記し、また Kobayashi and Oishi(1979)は「*B. dothidea* と記載されている菌」10例を引用している。これらを見ると子のう胞子の大きさには変異があるが、いずれの場合も本報に記載したリンゴ胴腐病菌の大きさの範囲内にある。これらの菌はいずれ小林(1977)が指摘しているように一種に統合されると思われる。

## 2. リンゴいぼ皮病菌の学名

野瀬(1934)はリンゴ粗皮病の病原菌はナシ輪紋病の病原菌と同種で、その学名は *Physalospora piricola* としている。その後病名はリンゴいぼ皮病が用いられるようになり、山本(1961)は不完全時代が *Macrophoma* に属することから *Guignardia* 属に改めた。筆者ら(小金沢・佐久間, 1980)が病原菌の形態を検討した結果、本病原菌は *Botryosphaeria* に属することが明らかになった。リンゴいぼ皮病菌を前項で述べた *B. berengeriana* と比較してみると、形態的に異なる点は少ない。野瀬(1933)は *P. piricola* の完全時代は子座を欠くと述べており、*B. berengeriana* が子座性である点で異なっている。しかし、*B. berengeriana* とリンゴいぼ皮病菌の完全時代を顕微鏡下で観察すると、その組織の構造に異なる点はない。両者の違いは *B. berengeriana* の子座が良く発達しており、1子座内に数個の子のう殻室が形成される場合があるのに対して、リンゴいぼ皮病菌では子座は互いに孤立しており、1子座内に1子のう殻室が単生するケースが多い点である。もっとも *B. berengeriana* においても1子座内に1子のう殻室を形成するケースがあり、この場合はリンゴいぼ皮病菌とこの点で区別することはできない。他の点においてもリンゴいぼ皮病菌の形態は *B. berengeriana* の変異の範囲内にあり、両者は形態的

には区別できない。大和(1979)もナシ枝枯病菌 (*B. dothidea* としている) とナシ輪紋病菌との比較を行い、完全時代および不完全時代ともに酷似していると述べている。また Saccardo(1882) の *B. berengeriana* に関する記載もリングいぼ皮病菌と似ている。

以上述べたごとく、リングいぼ皮病菌と *B. berengeriana* は形態的に区別できず、同種であると考えられる。しかし、枝幹への接種試験結果から、病原性は明らかに異なる。すなわち *B. berengeriana* は前項で述べたように寄主範囲が広く、傷口より侵入して胴枯型病斑を引き起こすが、リングいぼ皮病菌はナシとリングに皮目から侵入していぼを形成する(本報告ならびに 歙塚, 1921; 野瀬, 1933; 大和, 1979; 林・落合, 1982)。従って、*B. berengeriana* とリングいぼ皮病菌を実用上区別するのが妥当と考え、次のとおりリングいぼ皮病菌を *B. berengeriana* の分化型 (*forma speciales*) とすることを提唱する。

*B. berengeriana* de Not. f. sp. *piricola* (Nose) Koganezawa et Sakuma, *comv. nov.*

basionym = *Physalospora piricola* Nose, *Ann. Agr. Exp. Sta. Chosen* 7, 156-163(1933)

本菌のように皮目から侵入していぼを形成する類似の菌として、我孫子・北島(1970)がモモいぼ皮病を引き起こす *Physalospora persicae* を、また Weaver(1974)がモモに gummosis を引き起こす *B. dothidea* を記載している。両菌共に形態および培養上の性質は *B. berengeriana* に一致する。Weaver(1974)の菌の宿主範囲は明らかでないが、我孫子・北島の *P. persicae* はモモにのみ病原性を有する。従って、*P. persicae* をリングいぼ皮病菌と同様に *B. berengeriana* の分化型とすることを提唱する。

*B. berengeriana* de Not. f. sp. *persicae* (Abiko et Kitajima) Koganezawa et Sakuma, *comb. nov.*

basionym = *Physalospora persicae* Abiko et Kitajima, *Ann. Phytopath. Soc. Japan.* 36, 260-265 (1970)

本試験においてリング胴腐病菌といぼ皮病菌とは菌そうの色彩で差が認められた。すなわち、前者は室内散光下で黄かっ色をおびたが、後者の大部分は灰色であった。多くの研究者は *B. berengeriana* の菌そうは灰色～黒色としているが、これは暗黒下での記述と思われる。Spiers(1977)はヤナギの胴枯病の病原菌 *B. dothidea* は光照射の有無にかかわらず、灰色～黒色であるとしている。また、Fulkerson(1960)は暗黒下条件であるが、菌そうの色彩は4つのタイプに分けられるとしている。これらの報告から判断して、菌そうの色彩から *B. berengeriana* を類別するのは困難であると思われる。しかし林・落合(1983)は筆者らの試験結果を追認しているので、我が国においてはリング胴腐病菌といぼ皮病菌を区別する目安にはなると思われる。

### 3. 病名について

本試験の結果、リング果実より分離された菌がいぼ皮症状を引き起こし、リングいぼ皮病菌 (*B. berengeriana* f. sp. *piricola*) が果実腐敗症の病原菌であることが再確認された。またリング胴腐病菌 (*B. berengeriana*) もいぼ皮病菌と同様に無傷で果実腐敗を起こし、海外で報告されているように *B. berengeriana* による果実腐敗がわが国でも発生していることが明らかになった。前者の果実腐敗については緒言で述べたようにリング輪紋病と命名されている。後者は和名はないが英名は bot rot または white rot である (Jones, 1976)。わが国の果実腐敗症の病徴は white rot というよりもむしろ *Botryosphaeria obtusa* による black rot に近い、しかし white rot と black rot は病徴からは区別でき

ないとされており (Kohn & Hendrix, 1982; Starley & Hendrix, 1980), また筆者らは 1 例ではあるが, white rot 様のバター色をした病斑から *B. berengeriana* を分離しているのので, わが国での果実腐敗症と海外での white rot とは本質的に同じものと思われる。

*B. berengeriana* による果実腐敗と *B. berengeriana* f. sp. *piricola* による果実腐敗は病徴からは区別できない。区別するためには菌を分離し, 枝に接種して 'いぼ' が形成されるか否かを検定しなければならない。このようなことは現実的でないので, *B. berengeriana* による果実腐敗もリンゴ輪紋病と呼ぶことを提唱したい。なお輪紋病の英名はわが国では white rot 様の病徴は少ないことと, Ford (1980) が中国における *Physalospora piricola* によるリンゴの病気に ring rot を用いていることから, これに従い ring rot としたい。

## V 摘 要

最近, 収穫期にリンゴの果実腐敗が多発しており, その病原菌はリンゴにいぼ皮病を引き起こす菌と同じであることが明らかにされつつある。しかし, リンゴ胴腐病を引き起こす菌も同様に果実腐敗を起こすことが海外では知られており, 両菌は形態的に類似している。そこでリンゴいぼ皮病菌, リンゴ胴腐病菌, 果実腐敗症から分離された菌の性状及び病原性について比較検討を行い, 次の結果を得た。

1. リンゴ胴腐病菌は子座, 子のう, 子のう胞子の大きさに変異があり, リンゴいぼ皮病菌の形態はその変異の範囲内にあることが明らかになった。培地上での菌そうの色彩に両菌の差が認められた。

2. リンゴ果実腐敗症から菌そうの色彩においてリンゴ胴腐病菌に類似する菌とリンゴいぼ皮病菌に類似する菌の両方が分離された。

3. 接種試験の結果, リンゴいぼ皮病菌, および果実から分離したいぼ皮病類似菌は幹にいぼ皮症状を, またリンゴ胴腐病菌は胴枯症状を引き起こした。またリンゴいぼ皮病菌, リンゴ胴腐菌共に無傷の孢子接種により, 果実腐敗を引き起こした。従って, 果実腐敗症には両菌が関与していることが明らかになった。

4. リンゴ胴腐病菌の学名として von Arx の考えに従って, *B. berengeriana* de Not. を用いることを提唱した。

5. リンゴいぼ皮病菌は形態的には *B. berengeriana* と区別できないが, 病原性はリンゴとナシにいぼを生じる点において異なるので, その学名を *B. berengeriana* de Not. f. sp. *piricola* (Nose) Koganezawa et Sakuma とすることを提唱した。

モモイボ皮病菌 *Physalospora persicae* も形態的にリンゴいぼ皮病菌と異ならず, モモにのみ病原性を有するので, その学名を *B. berengeriana* de Not. f. sp. *persicae* (Abiko et Kitajima) Koganezawa et Sakuma とすることを提唱した。

6. *B. berengeriana* によるリンゴ果実腐敗をリンゴ輪紋病と呼ぶことを提唱した。

## 引用文献

- 1) 我孫子和雄, 北島博 (1970). モモの新病害いぼ皮病. 日植病報 36, 260-265.

- 2) Anderson, H. W. (1956). Diseases of fruit crops. McGraw-Hill Book Company Inc., New York, 184-187.
- 3) Arx, J. A., von und Müller, E. (1954). Die Gattungen der Amerosporen Pyrenomyceten. *Beitr. Kryptog. Flora Schweiz* 11, 434 pp.
- 4) ———and———(1975). A re-evaluation of the Bitunicate Ascomycetes with keys to families and genera. *Stud. in Mycol.* 9, 159 pp.
- 5) Brown, E.A. and Hendrix, F. F. (1981). Pathogenecity and histopathology of *Botryosphaeria dothidea* on apple stems. *Phytopathology* 71, 375-379.
- 6) Ford, R. E., Bissonnette, H. L., Horsfall, J. G., Miller, R. L., Schlegel, D., Tweedy, B. G. and Weathers, L. G. (1981). Plant pathology in China. *Plant Disease* 65, 706-714.
- 7) Fulkerson, J. F. (1960). *Botryosphaeria ribis* and its relation to a rot of apples. *Phytopathology* 50, 394-398.
- 8) 林重昭, 落合政文 (1982). リンゴ輪紋病菌に対する新梢の時期別感受性と発病の経過. 日植病報 48, 364 (講要).
- 9) ———, ———(1983). リンゴ輪紋病に関する研究. 1. 腐敗果及びいぼ病斑から分離される菌株の類別とリンゴに対する病原性. 北日本病虫研報 34, 145.
- 10) 逸見武雄 (1939). *Botryosphaeria ribis* 菌の侵害に基く苹果果樹胴腐病の発生. 日植病報 9, 184-190.
- 11) 平良木武, 仲谷房治, 関沢博 (1981). リンゴ果実腐敗症について(I) 病徴ならびに発生状況. 日植病報 47, 107 (講要).
- 12) 伊藤一雄 (1973). 樹病学大系 II. 農林出版, 東京.
- 13) Jones, A. L. (1976). Diseases of tree fruits. *North Cent. Reg. Ext. Public.* 45, 34pp.
- 14) Kobayashi, T. (1977). Fungi parasitic to woody plants in Yaku Island, southern Kyushu, Japan. *Bull. Gov. For. Ext. Sta.* 292, 1-25.
- 15) 小林享夫 (1977). 木本植物の胴・枝枯病菌相互の生態と類縁関係. 今月の農薬 21 (10), 101-105.
- 16) ———, 楠木学 (1980). キリの胴枯性病害に関する研究(予報) (IV) キリさめ肌胴枯病菌の分類学的所属. 91 回日林論, 391-392.
- 17) Kobayashi, T. and Oishi, C. (1979). Four fungi parasitic to chesnut tree. *Trans. mycol. Soc. Japan* 20, 429-445.
- 18) Kohn, F. C., Jr. and Hendrix, F. F. (1982). Temperature, free moisture, and inoculum concentration effects on the incidence and development of white rot of apple. *Phytopathology* 72, 313-316.
- 19) 小金沢碩城, 佐久間勉 (1980). リンゴ粗皮病及びいぼ皮病斑より分離される糸状菌, 果樹試報 C7, 83-99.
- 20) 鞆塚喜久治 (1921). 梨や苹果の疣皮病と輪紋病に就いて. 園芸の研究 17, 190-195.
- 21) 仲谷房治, 平良木武, 関沢博 (1981). リンゴ果実腐敗症について (II) 病原菌に関する 2, 3 の知見. 日植病報 47, 107 (講要).
- 22) 野瀬直毅 (1933). 梨の輪紋病及び基病原菌特に完全時代 *Physalospora piricola* (n. sp.) に就て, 朝鮮総督府農試彙報 7, 156-163.
- 23) ———(1934). 苹果の粗皮病に就て. 同上 7, 405-413.
- 24) Punithalingam, E. and Holliday, P. (1973). *Botryosphaeria ribis*. *C.M.I. Descriptions of pathogenic Fungi & Bacteria* No. 359, C.M.I., Kew, England.
- 25) Saccardo, P. A. (1882). *Sylloge fungorum* 1, 457.
- 26) Spiers, A. G. (1977). *Botryosphaeria dothidea* infection of of *Salix* species in New Zealand. *Plant Dis. Repr.* 61, 664-667.
- 27) Starley, T. E. and Hendrix, F. F., Jr. (1980). Apple fruit disease assessment and identification. *Plant Disease* 64, 56-57.
- 28) 高橋俊作, 水野昇 (1969). *Macrophoma* 属菌によるリンゴ腐敗病(仮称)に関する研究 第1報. 東北農業研究 11, 281-283.
- 29) ———, ———(1971). *Macrophoma* 属菌によるリンゴ腐敗病(仮称)に関する研究 第2報. 秋田果試報 4, 57-81.

- 30) Weaver, D. J. (1974). A gummosis disease of peach trees caused by *Botryosphaeria dothidea*. *Phytopathology* 64, 1429-1432.
- 31) 山本和太郎 (1961). *Glomerella* と *Guignardia* に属する種類, 特に不完全世代. 兵庫農大研報 農業生物学編 5, 1-12.
- 32) 大和浩国 (1977). ナシの枝枯に関与する *Botryosphaeria* 属菌. 日植病報 43, 324 (講要).
- 33) —— (1979). 和ナシの枝幹病害に関する調査. 昭和 54 年度徳島果試業務報告, 30-31.

## Causal Fungi of Apple Fruit Rot

Hiroki KOGANEZAWA and Tsutomu SAKUMA

### Summary

Recently apple fruit rot occurred throughout the apple growing area in Japan due to a change of cultural practices such as non-bagging and non-Bordeaux mixture system. A fungus having picnidia and conidia similar to the causal fungus of wart bark (blister canker), *Physalospora piricola*, was isolated from the fruit rot. Another fungus, *Botryosphaeria berengeriana* (= *B. ribis*, occasionally as *B. dothidea*) also causes apple fruit rot in foreign countries. In a previous report the writers noted that these resemble each other morphologically. The taxonomy of these fungi has been complicated. In this paper the writers concentrated on taxonomical study of these fungi and on etiological characteristics of the causal fungus of apple fruit rot and obtained the following results.

1. The morphology of *B. berengeriana*, causal fungus of apple *Botryosphaeria* canker, was described. This species is rather variable in the size of the stroma, asci and ascospores. The size of the ascus is usually  $80-130 \times 14-23 \mu\text{m}$ . But the ascus of some sources expanded in water and became  $125-185 \mu\text{m}$  long. The size of the ascospore is usually  $19-26 \times 7-10 \mu\text{m}$ . But some were somewhat larger (Table 1, Fig. 1).
2. There is no significant morphological difference between the causal fungus of wart bark, *P. piricola*, and *B. berengeriana* (Tables 1, 2).
3. In the dark the colony of all isolates was initially white, later turning gray and then black on PDA. Under diffuse daylight, the mycelium of *B. berengeriana* turned yellowish brown. However, that of *P. piricola* remained gray (Table 3).
4. The mycelium coloration of some of the isolate from apple fruit rot resembled *B. berengeriana* and others resembled *P. piricola* (Table 3).
5. Inoculation of wounded trunks and fruits was made using mycelium disc on PDA. *B. berengeriana* but not *P. piricola* produced typical canker on the trunk (Table 4, Fig. 2). All isolates tested induced apple rot (Fig. 3).
6. Conidial suspensions in sterile water were also used and sprayed on non-wounded trunks

and fruits. Inoculation of trunks with *P. piricola* and similar fungus from the fruit rot produced typical wart-like protrusions on the trunks in the following year (Table 5, Fig. 2). All isolates tested including *B. berengeriana* induced many localized lesions through lenticels on the apples. Some of the lesions developed and the whole apple rotted (Table 6, Fig. 4).

7. The writers recommend the use of *B. berengeriana* instead of *B. ribis* according to Arx (personal communication). In his opinion, true *B. dothidea* is different from *B. ribis*. That means most of *B. dothidea* recently described by many investigators should be *B. berengeriana*.

8. From their morphological study and pathogenicity test the writers propose the following name for the causal fungus of apple wart bark.

*Botryosphaeria berengeriana* de Not.f. sp. *piricola* (Nose) comb. nov. (= *Physalospora piricola* Nose)

9. The morphological and cultural characteristics of *Physalospora persicae* Abiko et Kitajima, causal fungus of peach blister canker, are similar to those of *B. berengeriana* but the fungus differs in its pathogenesis to *Prunus persicae* (Peach). The writers propose the following name for *P. persicae*.

*Botryosphaeria berengeriana* de Not.f. sp. *persicae* (Abiko et Kitajima) comb. nov..

10. The inoculation experiment and the character of fungus revealed that apple fruit rot is caused by both *B. berengeriana* and *B. berengeriana* f.sp. *piricola*. The writers propose the name, apple ring rot, for apple fruit rot caused by both fungi.